

高強度 콘크리트用 混和劑의 品質 性能에 관한 實驗的 研究

— 高性能 減水劑를 中心으로 —

An Experimental Study on the Quality Performance of Chemical Admixtures for High Strength Concrete — Focussed High Range Water Reducer —

권 영 호*	이 보 근**
Kwon, Yeong Ho	Lee, Bo Keun
박 정 국*	박 칠 림***
Park, Jeong Gug	Park, Chil Lim

요 약

本 研究는 高強度 콘크리트 實用化의 일환으로 國內에서 市販되고 있는 高性能 減水劑의 品質性能을 評價하기 위한 것이다. 이러한 연구를 위하여 8 종류의 高性能 減水劑를 대상으로 添加量에 따른 특성을 비교하였다. 또한 經時變化에 따른 특성을 비교, 분석하기 위하여 슬럼프, 공기량 그리고 압축강도비를 측정하였다. 이 때 高性能 減水劑의 品質性能 評價는 JASS 5T-402 規準에 따라 실시하였다.

실험결과 國內에서 市販되는 高性能 減水劑는 空氣量, 壓縮強度비에 대해서는 모두 만족하였지만 슬럼프 經時 低下量은 DA를 제외한 모든 高性能 減水劑가 規準值를 超過하였다. 따라서 現場에서 高強度 콘크리트를 생산할 경우 配合方法이나 添加方法을 개선하여 施工性を 확보하는 方案이 필요할 것이다.

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the quality performance of high range water reducer which is on the market within the country. For this purpose, Eight kinds of high range water reducers are compared and analyzed for the slump, air contents and ratios of compressive

* 정희원, (株) 大宇 建設技術研究所 研究員
** 정희원, (株) 大宇 建設技術研究所 先任研究員
*** 정희원 (株) 大宇 建設技術研究所 所長

● 본 논문에 대한 토의를 1993년 9월 30일까지 학회로 보내 주시면 1993년 12월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

strength during the elapsed time. As a result, all of high range water reducers are satisfied with the standard of JASS 5T-402 in air contents and ratios of compressive strength (flowing concrete /base concrete) with elapsed time, but slump loss after 15 minutes exceeds the standard of JASS 5T-402 except for DA. Therefore, the mixing and adding method of high range water reducer in a job-site should be studied to make sure of workability.

Keywords : JASS 5T-402, slump, air content, compressive strength, elapsed time, admixture content.

1. 序 論

1.1 研究目的

콘크리트의 施工性 및 強度 增進을 위한 混和劑는 ASTM C 494에서 규정한 7가지 Type(A, B, C, D, E, F, G)을 들 수 있다. 특히 최근에 와서 高強度 콘크리트의 實用化에 대한 연구가 활발히 進行되고 있으며, 이러한 연구를 가능하게 하는 混和劑로써 1970년 이후 脚光을 받고 있는 Type F 즉, 高性能 減水劑(high range water reducer)가 生産·市販되고 있다.⁽¹⁾ 이러한 高性能 減水劑의 出現으로 水/시멘트比가 낮은 高強度 콘크리트의 施工性 確保가 가능하였으며, 또한 現場에서 500kg/cm² 高強度 콘크리트의 生産, 運搬, 打設, 養生特性을 實大 構造物 施工에 의해 확인할 수 있었다.⁽²⁾

現在 市販되고 있는 高性能 減水劑는 대부분 나프탈렌 설폰산 고축합물염계⁽³⁾이며, 그 밖에 축방향족 다환계 및 멘라민계의 高性能 減水劑는 국내 업체에서 輸入 또는 生産하여 市販하고 있는 實情이다. 國內 高性能 減水劑에 대한 研究는 申成雨⁽⁴⁾, 金和中⁽⁵⁾, 金武漢⁽⁶⁾ 등 大學을 중심으로 활발히 進行되고 있으며 또한 그 자체의 品質性能에 대한 研究가 要求되고 있다.

따라서 本 研究에서는 高強度 콘크리트의 實用化 一環으로 國內에서 市販되는 高性能 減水劑의 品質性能에 관한 實驗的 研究를 통하여 그 특성을 比較, 檢討하여 基本 資料로 삼고자 한다.

1.2 研究方法 및 範圍

本 研究에서는 ASTM C 494⁽⁷⁾에서 高性能 減水劑 로 분류되고 있는 混和劑를 대상으로 國內에서 生産되거나 輸入되어 市販되는 표준형 7종류와 지연형 1 종류를 선정하였다. (Table 2 참조) 高性能 減水劑의 品質性能 評價로는 添加量에 따른 슬럼프, 經時變化에 따른 슬럼프, 空氣量 및 強度 特性으로하였으며, 이 때 適用 規準으로는 『JASS 5T-402 콘크리트用 流動化劑 品質規準』에 제시된 내용을 실험 결과와 비교·분석하였다.

2. 實驗概要

2.1 材料特性

2.1.1 시멘트

시멘트는 S사의 보통 포틀랜드 시멘트(Type I)으로 品質試驗 結果는 Table 1과 같다.

2.1.2 골재

굵은 골재는 19mm 碎石, 잔골재는 한강산 모래를 사용하였으며, 品質試驗 結果는 Table 2와 같다.

2.1.3 高性能 減水劑

本 研究에 사용된 高性能 減水劑는 나프탈렌계인 7개의 市販會社에서 판매되는 제품으로 표준형 7종류와 지연형 1종류이며, 品質試驗 結果는 Table 3과 같다.

Table 1 Properties of cement

Pro- perties	Specific surface	Specific gravity	Comp.Strength (kg/cm ² : days)		
Value	3,200 (cm ² /g)	3.15	3	7	28
			165	200	424

Table 2 Properties of aggregate

Properties	Fine Aggregate	Coarse Aggregate
Specific gravity	2.62	2.61
Fineness modulus	2.86	6.49
Actual ratio (%)	63.3	56.9
Absorption (%)	0.60	1.11
Abrasion (%)	-	12.0
Unit weight (kg/m ³)	1,653	1,485

Table 3 Properties of chemical admixtures

Brand	Spec. Gra- vity	pH	Solid ingr. (%)	Quantity (cement weight %)	Remarks
MT	1.20	9±1	39.19	0.6~2.4%	1) MT* : retard
MT*	1.19	9±1	36.01	-	
				0.3~2.5ℓ	2) Type : Liquid
DA	1.21	9±1	41.00	/Cx 100kg	
		7~		0.8~1.2ℓ	3) Color : Dark brown
RH	1.17	9.5	34.60	/Cx 100kg	
					4) Ingre- dient : thalene
SI	1.23	9±1	40.91	0.5~1.0%	
SA	1.20	8±1	46.62	0.5~1.0%	
HI	1.20	7~10	34.51	1.0~3.0%	
PH	1.22	8.5	137.78	0.2~2.5%	

2.2 實驗方法

高性能 減水劑의 品質試驗은 日本 建築 學會 『JASS 5T-402』에 따라 高性能 減水劑의 添加量에 따른 슬럼프 特性, 經時變化에 따른 空氣量, 슬럼프 그리고 壓縮強度를 각각 비교하였다.

2.2.1 기본배합

本 研究의 基本 配合은 베이스 콘크리트의 슬럼프를 8cm로 하였으며, 단위시멘트량 및 단위수량은 高強度 콘크리트의 富配合과 耐久性을 고려하여 정하였다. 특히 잔골재율은 시험배합을 통해 결정하였으며, 基本 配合은 Table 4과 같다.

Table 4 Standard Mixture

W/C	s/a	Unit weight(kg/m ³)				air
40%	41%	W	C	S	G	
				170	425	773

2.2.2 고성능 감수제 첨가량

高性能 減水劑의 添加量은 基本配合에서 시멘트 重量比의 0.5%~2.0% 범위내에서 각각 0.5%씩 증가 시켜 나타나는 슬럼프 특성을 비교하였으며, 여기서 나타난 슬럼프를 기준으로 經時變化 特性을 측정하였다.

2.2.3 경시변화

高性能 減水劑의 添加量에서 나타난 결과를 토대로 유동화 콘크리트의 슬럼프(18cm)를 얻기 위한 高性能 減水劑 添加量을 결정하였으며, 經時變化에 따른 空氣量, 슬럼프, 壓縮強度를 측정하여 『JASS 5T-402』에 따른 品質性能을 評價하였다.

2.2.4 배합방법 및 배합시간

配合方法은 굵은골재, 잔골재, 시멘트 순으로 投入하여 乾비빔한 후 물과 高性能 減水劑를 添加하여 3분간 비빔을 하였으며, 이 때 베이스 콘크리트의 特性을 측정하였다. 그 다음 15분간 믹서를 정지시킨 후 30초간 재비빔을 하였으며, 高性能 減水劑를 재첨가하여 流動化 콘크리트 상태로 만들었다. 流動化 直後부터 15分 간격으로 슬럼프 및 空氣量을 측정하였으며, 베이스 콘크리트 상태와 流動化 콘크리트 상태의 각각 시료로 ϕ10 x 20cm 공 시체를 제작하여 材습에 따른 강도를 측정하여 비교하였다. 사용된 믹서는 50ℓ 용량의 가정식 믹서이며, 壓縮強度用 供試體는 각 조합당 5개를 기본으로 하여 시험재령까지 標準養生을 실

시하였다. 또한 압축강도 시험시 유황컴파운드로 캡핑을 하였으며 200ton급 U.T.M을 사용하여 압축강도를 측정하였다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 고성능 감수제 첨가량에 따른 슬럼프

Table 3 에 나타난 基本配合 條件에서 各 製品 別 高性能 減水劑의 添加量에 따른 슬럼프는 Table 5와 Fig. 1 에 나타난 바와 같다.

Table 5 와 Fig.1에서 보듯이 高性能 減水劑의 添加量과 슬럼프 관계는 제품에 따라 차이가 있으나, 대부분 첨가량 1.0%~1.5% 사이에서 급격한

Table 5 Slump for dosage of admixture

Brand	Slump for dosage(cm)			
	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
MT	2.5	5.2	15.0	19.5
DA	1.8	5.0	17.0	19.0
RH	1.5	3.0	8.8	19.2
SI	1.5	5.5	20.5	22.2
SA	2.5	6.9	23.8	24.0
HI	3.2	5.9	10.2	18.0
PH	1.2	2.0	2.0	4.0
MT*	3.0	4.0	7.0	17.0

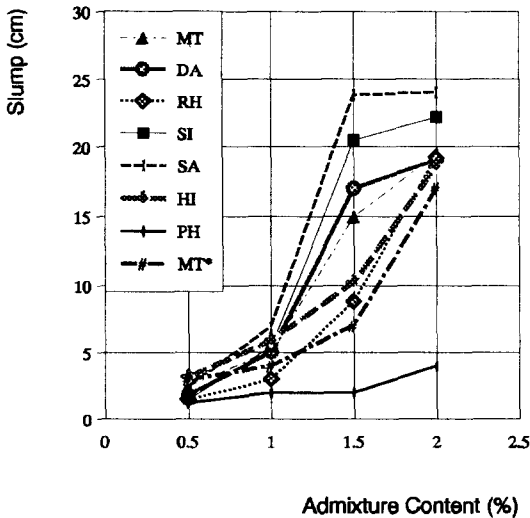


Fig. 1 Slump for dosage of admixture

슬럼프의 增加를 나타내었다. 이는 高性能 減水劑의 減水效果나 分散性能을 발휘하는데 임계 첨가량이 존재한다는 것을 의미한다.

반면에 특정량 이상으로 과다부입이 된 경우에는 高性能 減水劑의 效率이 현저하게 둔화될 뿐만 아니라 材料分離 現象을 보이는 경향이 있다. Fig.1에서 알 수 있듯이 添加量이 0.5%~1.0% 사이에서는 高性能 減水劑의 性能을 거의 나타내지 못하지만 1.5% 添加時 SA, SI, DA, MT 순으로 매우 양호한 슬럼프를 나타내었다.

특히 SA의 경우 동일량의 첨가량에서 슬럼프 증가가 가장 큰 것으로 나타났으나, 콘크리트의 粘性(viscosity)이 매우 크기 때문에 워커빌리티 측면에서는 불리한 것으로 思料된다. PH의 경우에는 添加量을 증가시켜도 슬럼프 증가가 크지 않으며 이는 製品上의 差異로 思料되기 때문에 本 實驗의 대상에서 제외하였다.

本 實驗에서는 슬럼프 시험에 국한시켰으나 작업성 평가에 있어서 Vebe 및 Flow 시험을 동시에 실시하는 것이 바람직 할 것으로 思料된다.

3.2 經時變化 特性

高性能 減水劑의 添加量에서 나타난 實驗 結果를 토대로 베이스 콘크리트에서의 高性能 減水劑 添加量을 決定하였으며, 流動化時 재침가에 따른 콘크리트의 特性을 측정하였다. 즉 시간이 경과함에 따른 空氣量, 슬럼프, 壓縮強度를 정리하면 다음과 같다. 經時變化 特性에서 HI의 경우에는 초기 슬럼프 손실이 매우 큰데 이는 製品上의 差異로 思料되기 때문에 本 實驗 대상에서 제외하였다.

3.2.1 공기량 경시변화

베이스 콘크리트와 流動化 및 經時變化에 따른 空氣量의 변화는 Table 6과 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 대부분의 高性能 減水劑는 主成分이 非空氣 運行情性이기 때문에 流動化 後 空氣量은 시멘트 입자의 分散性能, 슬럼프 增大, 配合時間 등에 의해 減少되는 것이 일반적인 傾向이다.

Table 6 Air contents elapsed time

Brand	dosage (%)		Air contents(%)			
	First / base	base	after	15	30	60
	later	con'c	flow	min	min	min
MT	1.2/0.3	1.75	1.65	1.70	1.54	1.55
DA	1.4/0.4	2.10	2.0	1.70	1.80	1.63
RH	1.4/0.3	2.45	2.29	2.10	2.10	1.80
SI	1.3/0.3	1.60	1.62	1.60	1.40	1.60
SA	1.2/0.4	2.40	2.65	2.40	2.36	-
MT*	1.4/0.4	1.50	1.51	1.45	1.40	1.38

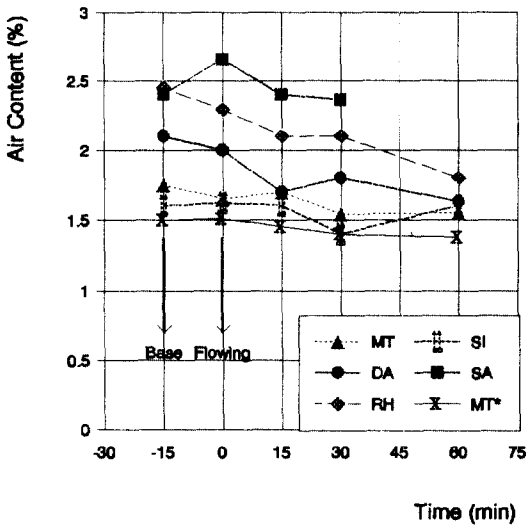


Fig. 2 Air Contents for elapsed time

Table 6과 Fig. 2에서 보듯이 베이스 콘크리트의 공기량은 고성능 減水劑에 따라 차이가 있으나, 대체로 1.5%~2.5% 범위내에 있으며, 流動化直後の空氣量과 큰 차이를 나타내지 않았다.

특히 RH의 경우 經時變化 60분에서 최고 0.65% 정도의 감소를 보이고 있으나, 1.0% 미만의空氣量變化는 실용적인 측면에서 무시될 수 있을 정도이다. 그러나, 耐久性이 중요시 되는 구조물의 경우에 經時變化에 따른空氣量減少를 補完해 주기 위해 空氣運行劑를 사용하는 방안을 고려해야 할 것이다.⁽⁸⁾

3.2.2 슬럼프 경시변화

普通強度 콘크리트에 비해 高強度 콘크리트의 경우 물/시멘트비가 낮고, 當配合에 따른 시멘트

Table 7 Slump for elapsed time

Brand	Slump for elapsed time(cm)						
	base con'c	after flow	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min
MT	8.5	18.9	12.0	11.0	8.5	7.5	4.0
DA	8.0	18.0	16.5	8.1	7.7	6.5	5.3
RH	8.5	17.7	7.2	6.8	6.0	5.1	4.5
SI	7.8	16.0	9.6	7.0	5.8	4.5	4.8
SA	7.5	18.0	12.8	9.5	7.0	7.0	5.5
MT*	7.5	18.7	8.4	6.5	6.5	4.8	3.6

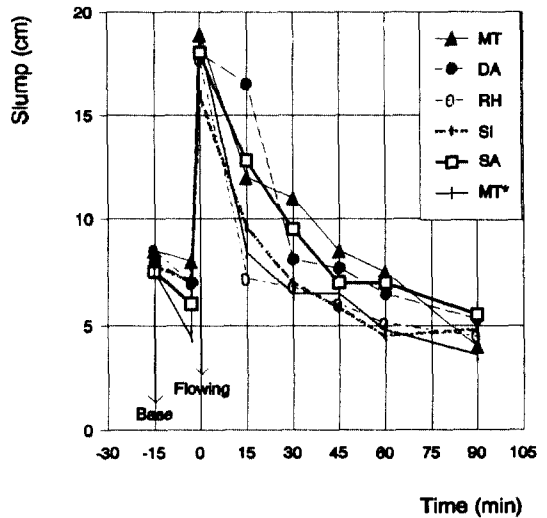


Fig. 3 Slump for elapsed time

입자의 再凝集이 쉽기 때문에 經時變化에 따른 슬럼프 손실이 커지게 된다. 각 高性能 減水劑別 베이스 콘크리트 및 流動化直後 經時變化에 따른 슬럼프는 Table 7 및 Fig. 3에 나타난 바와 같다.

Table 7 및 Fig. 3에서 보듯이 經時變化에 따른 슬럼프 損失은 DA를 제외하고는 流動化 15分後에 급격히 커지는 것으로 나타났으며, 그 후에는 서서히 감소하는 것으로 측정되었다. 또한 流動化 콘크리트의 슬럼프가 베이스 콘크리트의 슬럼프值까지 감소하는데 소요되는 시간은 RH, SI를 제외하면 약45분 정도로 나타났다. 특히 슬럼프 損失을 억제하기 위해 개발된 지연형인 MT*의 경우 표준형에 비해 큰 效果를 나타내지 못하였다. 이러한 슬럼프 損失은 실제 現場에서 나타나는 가장 큰 문제점 중 하나인 콘크리트의 運搬 및 打設 중의 슬럼프 손실을 막고 施工性을 보존할 수 있

도록 여러가지 방법이 제안되고 있으므로 실제 현상에서는 현장조건과 장비를 면밀히 검토하고 충분한 실험을 거쳐 最適의 方案을 講究해야 할 것이다.⁽⁸⁾

3.2.3 압축강도

高性能 減水劑를 사용하면 물/시멘트비를 낮출 수 있기 때문에 콘크리트의 強度가 증가되며, 이러한 성질을 이용하여 高強度 콘크리트의 生産이 가능하게 된다. 특히 本 研究에서는 同一配合比에서 각각의 高性能 減水劑에 따른 베이스 콘크리트와 流動化 콘크리트의 材令別 強度를 측정하였으며, 그 결과는 Table 8과 같다.

Table 8에서 보듯이 RH를 제외한 다른 高性能 減水劑의 材令別 強度 發現을 비교해 보면 베이스 콘크리트의 경우 3일 강도가 338~375kg/cm², 7일 강도가 423~455kg/cm² 정도의 범위이며, 또한 28일 강도는 490~567kg/cm²의 범위를 나타내었다.

初期強度 發現을 비교해 보면 베이스 콘크리트의 경우 f_{c7}'/f_{c28}' 強度比는 SI를 제외한 모든 高性能 減水劑에서 80% 이상을 나타냈으며, 流動化 콘크리트의 경우 SI 및 SA를 제외하면 80% 이상을 나타내었다. 이러한 강도발현 특성은 高性能 減水劑에 따라 차이가 있으나, 高強度 콘크리트의 특성인 初期強度 發現이 큰 것을 알 수 있다. 또한 베이스 콘크리트와 流動化 콘크리트의 7일 및 28일 재령강도를 비교해 보면 각각 Fig. 4 및 Fig. 5와 같다.

Fig. 4에서 보듯이 7日 강도의 경우 SA를 제외한 모든 高性能 減水劑는 베이스 콘크리트보다 流

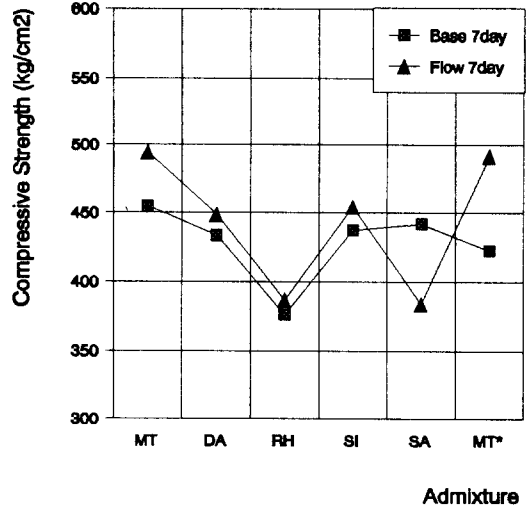


Fig. 4 Compressive strength of base and flow concrete (7days)

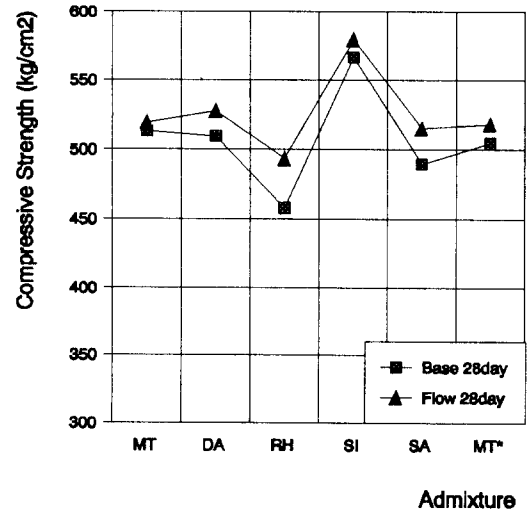


Fig. 5 Compressive strength of base and flow concrete (28 days)

Table 8 Compressive strength for days

Brand	Compressive strength(kg/cm ²)					
	base concrete			flowing concrete		
	3day	7day	28day	3day	7day	28day
MT	371	455	513	344	494	519
DA	375	434	509	364	449	528
RH	287	376	458	299	387	483
SI	359	437	567	398	454	577
SA	338	442	490	277	384	515
MT*	356	423	505	344	492	518

動化 콘크리트에서 높은 壓縮強度를 나타내었다. 또한 Fig. 5에서 보면, 本 研究에 사용된 모든 高性能 減水劑의 28일 壓縮強度는 베이스 콘크리트보다 流動化 콘크리트에서 더 큰것으로 測定되었다.

일반적으로 시멘트등의 微粉粒子가 물과 접하면 粒子表面을 적시는(濕潤作用) 힘보다 각 입자

가 凝集하려는 경향이 강하므로 그 일부가 2차 입자를 형성하여 뭉치게 된다. 그러나 高性能 減水劑을 시멘트 페이스트에 첨가하면 그 분자가 시멘트 수화반응을 지연시키는 것으로 알려진 수산화칼슘, 카르보닐기 등과 같은 원자단을 그 분자구조중에 갖지 않기 때문에 시멘트의 수화작용을 저해하지 않는다.⁽¹⁰⁾ 즉, 本 實驗에서 나타난 바와 같이 高性能 減水劑의 後添加로 인한 流動性 增進 效果가 매우 크며 또한 壓縮強度 低下는 나타나지 않음을 확인할 수 있다.

3.2.4 고성능 감수제의 품질성능 평가

國內에서 市販되는 高性能 減水劑 8종류중 비교적 양호한 결과를 나타낸 6종류에 대해 실험한 결과를 『JASS 5T-402』 기준⁽¹¹⁾에 따라 各 性能을 비교하면 다음과 같다.

1) 空氣量 經時變化

Table 9 Decreased air contents for 15 min

Brand	after flowing (E _f :%)	after 15min (E _e :%)	decrease air (%) (E _f -E _e)	JASS 5T-402 Criterion
MT	1.65	1.70	-0.05	· E _f -E _e ≤ 1.0%
DA	2.0	1.70	+0.30	
RH	2.29	2.10	+0.19	
SI	1.62	1.60	+0.02	· standard
SA	2.65	2.40	+0.25	
MT*	1.51	1.45	+0.06	· retard

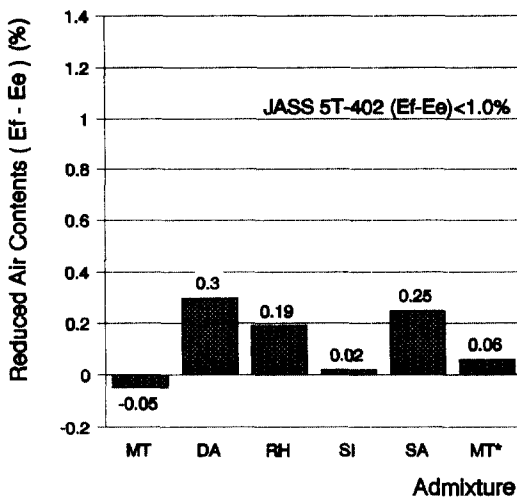


Fig. 6 Decreased air contents for elapsed time

空氣量의 經時(15분간) 低下量은 流動化 直後의 空氣量(E_f)과 流動化 15분후 空氣量(E_e)의 차를 나타내며, 이 값이 1.0% 以下이어야 한다. 本 研究에서 사용된 各 高性能 減水劑의 空氣量 經時 低下量은 Table 9 및 Fig. 6과 같다.

Table 9 및 Fig. 6 에서 보듯이 모든 高性能 減水劑의 空氣量 經時 低下量은 規準值 以下로 만족하고 있음을 알 수 있다. 따라서 國內 市販되는 高性能 減水劑의 空氣量 經時 低下는 큰 문제없이 모두 적합함을 나타낸다.

2) 슬럼프 經時變化

슬럼프의 經時(15분간) 低下量은 流動化 直後의 슬럼프(H_f)와 流動化 15분후 슬럼프(H_e)의 차를 나타내며, 이 값이 4.0cm 以下이어야 한다. 이 때 本 研究에서 나타난 슬럼프 經時 低下量은 Table 10 및 Fig. 7과 같다.

Table 10 Decreased slump for 15 min

Brand	after flowing (H _f :cm)	after 15 min (H _e :cm)	decrease slump (H _f -H _e)	JASS 5T-402 Criterion
MT	18.9	12.0	6.9	· H _f -H _e ≤ 4cm
DA	18.0	16.5	1.5	
RH	17.7	7.2	10.5	
SI	16.0	9.6	6.4	· standard
SA	18.0	12.8	5.2	
MT*	18.7	8.4	10.3	retard

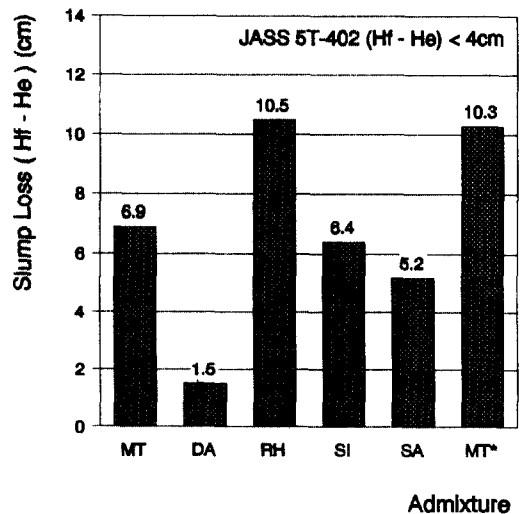


Fig. 7 Decreased slump for elapsed time

Table 10 및 Fig. 7 에서 나타난 바와 같이, DA 를 제외한 모든 고성능 減水劑의 슬럼프 經時低下 量은 規準보다 큰 것으로 나타났으며, 특히 RH와 MT*의 경우 매우 큼을 알 수 있다. 최근 대부분의 경우 레미콘에 의한 現場 打設로 콘크리트 공사가 進行되고 있기 때문에 高強度 콘크리트의 경우 슬럼프 經時 低下量이 매우 중요하며, 따라서 이에 대한 보완 연구가 필요할 것으로 思料된다.

3) 壓縮強度比

壓縮強度比는 流動化 콘크리트(S_f) / 베이스 콘크리트(S_b)의 壓縮強度比 백분율을 나타내는 것으로 各 材畵에 따라 90% 以上이어야 한다. Table 11 및 Fig. 8 各 고성능 減水劑에 따른 壓縮強度比를 나타낸 것이다.

Table 11 및 Fig. 8 에서 보듯이 SA의 初期材畵

Table 11 Comp. strength ratio for days

Brand	S_f/S_b strength(%)			JASS 5T-402 Criterion
	3day	7day	28day	
MT	92.7	108.6	101.2	· $S_f/S_b \times 100\% \geq 90\%$ · S_f : flow concrete · S_b : base concrete · standard · retard
DA	97.2	103.5	103.6	
RH	103.9	102.8	105.5	
SI	110.9	103.9	102.2	
SA	82.0	86.9	105.2	
MT*	96.9	116.3	102.7	

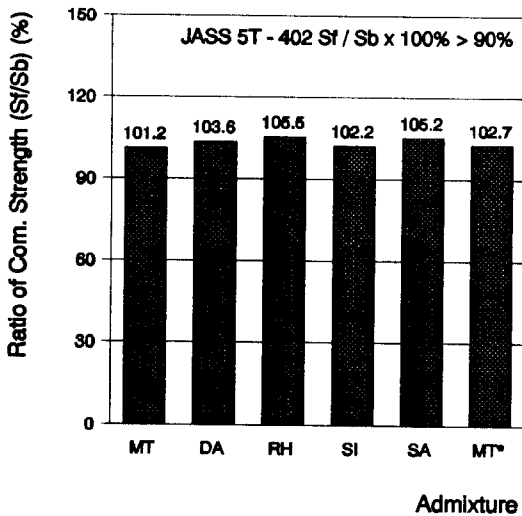


Fig. 8 Compressive strength ratio(flow/ base)

을 제외하면 모든 고성능 減水劑의 壓縮強度比는 規準值을 上廻하고 있음을 알 수 있다. 따라서 國內 市販되고 있는 고성능 減水劑의 壓縮強度比에 대한 문제는 없는 것으로 思料된다.

이상과 같은 고성능 減水劑의 品質性能을 비교해 보면, 고성능 減水劑의 選定時 비중, PH, 고형 성분등 그 자체의 化學的, 物理的 特性도 중요하지만 사용한 콘크리트의 特性이 品質規準을 만족하는지 검토해 보는 것도 매우 중요함을 알 수 있다.

4. 結 論

國內에서 市販되고 있는 고성능 減水劑의 品質性能에 대한 實驗結果를 要約하면 다음과 같다.

- ① 고성능 減水劑의 減水效果나 分散性能을 발휘할 수 있는 臨界添加量이 존재하며, 本 實驗에 사용된 配合條件에서 볼 때 대체로 1.0~1.5%의 범위가 가장 적합하다. 또한 그 이상 첨가시에는 材料分離가 우려되기 때문에 유의해야 한다.
- ② 經時變化에 따른 空氣量은 약간 감소하는 경향이 있는데 이는 시멘트 입자의 分散性能이나 配合時間의 증대로 인하여 콘크리트 Matrix가 緻密化 된 것으로 사료된다.
- ③ 流動化 直後에서 슬럼프가 베이스 슬럼프로 도달되는 시간은 30~40分 정도로 나타났으며 이러한 결과는 現場 運搬, 打設時 運搬 時間에 따른 슬럼프 손실을 보상할 방안이 필요함을 알 수 있다.
- ④ RH를 제외한 모든 고성능 減水劑는 流動化 콘크리트 상태에서 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상의 壓縮強度를 나타내었기 때문에 高強度 콘크리트 生産용으로 적합하다.
- ⑤ 空氣量의 經時 低下量은 모든 제품이 規準值 이하로 만족하였다. 그러나 슬럼프의 經時 低下量은 DA를 제외한 모든 고성능 減水劑가 規準值를 벗어나는 것으로 나타났다. 따라서 향후 고성능 減水劑 選定時 固形成分, 比重등을 검토해야 하며, 施工性 측면에서

配合方法, 添加方法 등에 대한 改善도 요구된다.

- ⑥ 流動化 콘크리트 / 베이스 콘크리트의 壓縮強度比는 SA를 제외한 모든 제품이 90%를 훨씬 상회하는 것으로 나타났으며 따라서 國內市販 高性能 減水劑의 後添加에 따른 강도손실은 별 영향이 없는 것을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. 服部健一 “高強度 콘크리트 用 高性能 減水劑의 研究 開發” 農化, 52, 85(1978)
2. 박칠림, 조철근, 양은익, 장승규, 권영호, “現場打設 高強度 콘크리트의 施工性 및 強度特性에 관한 實驗的 研究”. 한국콘크리트학회 논문집. Vol. 3, No.2, 1991. pp. 97~104
3. “Super-plasticizing admixtures in concrete”, cement and concrete association.” Jan. 1976
4. 申成雨, 權寧鎬, “高強度 콘크리트의 力學的 舉動 및 그의 最適配合比”. 大韓建築學會 秋季學術發表會 論文集, 제8권, 제1호, 1988. pp.475~478
5. 金和中, 姜仁圭 外, “超高強度 輕量 콘크리트의 流動化 性能改善을 위한 混和劑 開發研究, 大韓建築學會, 春季學術發表會 論文集, 제11권, 제1호, 1991. pp. 461~464
6. 金武漢, 裴範煥 外, “高性能 減水劑를 사용한 流動化 콘크리트의 施工性 및 調合設計에 관한 實驗的 研究”, 大韓建築學會, 學術發表大會, 제11권, 제2호, 1991. pp.603~606
7. ASTM C 494, “Standard specification for chemical admixtures for concrete”. 1980.
8. 콘크리트工學 핸드북, “高強度 콘크리트および流動化 콘크리트”. 1988. pp. 689~698
9. F. Massazza “Admixtures in concrete, advances in cement technology,” Ed. S. K. Ghosh, Pergamon Press, 1982, pp. 569~648
10. 嵩 英雄, 佐藤忠博, 大竹隆夫, 山本常夫, 下野敏秀, 淺井敏雄 “高性能 減水劑의 遲延添加による 高流動 콘크리트의 研究,” 日本建築學會大會 梗概集, p.85(1976)
11. JASS 5T-402 “콘크리트用 流動化劑의 品質 規準”. 日本建築學會. 1991.

(접수일자 : 1993. 2. 12)